

⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑪ DE 3543558 A1

⑤ Int. Cl. 4:
G 02 B 6/42
H 04 B 9/00

⑳ Aktenzeichen: P 35 43 558.5
㉑ Anmeldetag: 10. 12. 85
㉒ Offenlegungstag: 11. 6. 87

RECEIVED

AUG 02 1987

IFG
GENERAL ELEKTRONIK

DEUTSCHES PATENTAMT
Bonn

DE 3543558 A1

㉓ Anmelder:

Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH, 6000 Frankfurt,
DE

㉔ Erfinder:

Hillerich, Bernd, Dipl.-Phys., 7900 Ulm, DE; Rode,
Manfred, Dipl.-Ing., 7913 Senden, DE

⑤4 Opto-elektrische Koppelanordnung

Die Erfindung betrifft eine opto-elektrische Koppelanordnung, bei welcher das in einem Lichtwellenleiter ankommende Licht auf einen Fotodetektor gekoppelt wird, der zweckmäßigerweise an einen unmittelbar nachgeschalteten Verstärker angeschlossen ist. Lichtwellenleiter und Fotodetektor sind über ein optisches Umlenkbauelement gekoppelt und an einem Trägerelement, z. B. einem Si-Substrat, befestigt.

DE 3543558 A1

1. Opto-elektrische Koppelanordnung, bestehend aus einem Trägerelement (1).

- auf dessen einer Oberfläche (10) mindestens ein Fotodetektor (5) vorhanden ist, dessen lichtempfindliche Fläche (11) der Oberfläche (10) zugewandt ist und im wesentlichen parallel zu dieser liegt,
- auf dessen Oberfläche (10) mindestens ein elektrisches Bauelement (6) vorhanden ist, das mit dem Fotodetektor (5) elektrisch verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß unterhalb der Oberfläche (10) in dem Trägerelement (1) mindestens ein Lichtwellenleiter (3) vorhanden ist, dessen optische Achse im wesentlichen parallel zu der Oberfläche (10) verläuft und derart auf den Durchbruch (9) gerichtet ist, daß aus dem Lichtwellenleiter (3) austretendes Licht über ein optisches Umlenkbauelement (4) auf die lichtempfindliche Fläche (11) fällt.

2. Opto-elektrische Koppelanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Trägerelement (1) eine grabenförmige Vertiefung (2) mit einem Querschnitt vorhanden ist, der eine selbstjustierende Montage des Lichtwellenleiters (3) ermöglicht.

3. Opto-elektrische Koppelanordnung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Umlenkbauelement (4) als spiegelnde oder totalreflektierende Fläche ausgebildet ist.

4. Opto-elektrische Koppelanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Umlenkbauelement (4) aus einem Lichtwellenleiter mit einer zu dessen Längsachse geneigt angeschliffenen Fläche besteht.

5. Opto-elektrische Koppelanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägerelement (1) als Halbleiter ausgebildet ist, auf dessen Oberfläche mindestens ein elektrisches Bauelement (6) als integriertes oder hybrides Bauelement angebracht ist.

6. Opto-elektrische Koppelanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägerelement (1) als Halbleiter ausgebildet ist, in welches die grabenförmige Vertiefung (2) sowie das Umlenkbauelement (4) eingeätzt sind (Fig. 3).

7. Opto-elektrische Koppelanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Fotodetektor (5) und dem Lichtwellenleiter (3) mindestens eine optische Linse (7) angebracht ist (Fig. 6).

8. Opto-elektrische Koppelanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägerelement (1) als Halbleiter ausgebildet ist und daß zumindest der Fotodetektor (5) in das Trägerelement (1) integriert ist.

9. Opto-elektrische Koppelanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest der Durchbruch (9) mit einem lichtleitenden Material derart gefüllt ist, daß ein lichtleitender Kanal entsteht, an welchen der Lichtwellenleiter (3) ankoppelbar ist.

Die Erfindung betrifft eine opto-elektrische Koppelanordnung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs

1.

Eine derartige Koppelanordnung ist bekannt aus der DE-OS 31 42 918. Die dort beschriebene Anordnung ist darauf ausgelegt, daß sehr niedrige Streukapazitäten vorhanden sind, so daß die Kapazität der Anordnung lediglich durch die Kapazität des Fotodetektors bestimmt ist. Außerdem sollen möglichst geringe Koppelverluste erreicht werden. Bei dieser Anordnung ist in einem Trägerelement, z.B. einem Keramikkörper, ein Schlitz vorhanden, in dem ein Lichtwellenleiter befestigt ist, z.B. durch Kleben oder Löten. An der Stirnfläche des Schlitzes ist der Fotodetektor justierbar befestigt, z.B. durch Kleben. Dabei ist es wichtig, daß zwischen der ebenen Lichtaustrittsfläche des Lichtwellenleiters und der Lichteintrittsfläche des Fotodetektors, z.B. einer PIN-Diode ein möglichst geringer Abstand, z.B. 20 Mikrometer, besteht, so daß Koppelverluste vermieden werden. Eine derartige Koppelanordnung erfordert einen sorgfältigen und daher kostenun günstigen Montagevorgang. Vor allem ist ungünstig, daß der Photodetektor nicht in der gleichen Ebene liegt wie der Lichtwellenleiter und weitere, z.B. integrierte, elektrische Bauelemente.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine gattungsgemäße Anordnung anzugeben, die einen kostengünstigen und zuverlässigen Zusammenbau ermöglicht, die insbesondere zwischen dem Fotodetektor und einem weiteren elektrischen Bauelement, z.B. einem Verstärker, möglichst kurze elektrische Verbindungsleitungen besitzt und die einen platzsparenden, planaren sowie mechanisch zuverlässigen Aufbau ermöglicht.

Diese Aufgabe wird gelöst durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmale. Zweckmäßige Ausgestaltungen und/oder Weiterbildungen sind den Unteransprüchen entnehmbar.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert unter Bezugnahme auf eine schematische Zeichnung. Es zeigen

Fig. 1 und 2 schematisch dargestellte Schnitte durch eine erstes Ausführungsbeispiel

Fig. 3 bis 5 schematische Darstellungen eines zweiten Ausführungsbeispiels

Fig. 6 bis 6e Ausführungsbeispiele für eine verlustarme Ankopplung des Lichtwellenleiters.

Fig. 1 zeigt eine Koppelanordnung, bei welcher die elektrischen Bauelemente, z.B. Fotodetektor sowie Verstärker, als sogenannte hybride Bauelemente ausgebildet sind. Das Trägerelement 1, z.B. eine ungefähr 1 mm dicke Platte aus Glas oder Keramik, besitzt auf einer Oberfläche 10 eine Schaltungsanordnung aus elektrischen Bauelementen 6, z.B. Leiterbahnen sowie Transistoren und/oder integrierte Verstärker, die als hybride Bauelemente ausgebildet sind, mit dem Bezugszeichen 6' ist ein Kontakttring bezeichnet, auf welchem der Fotodetektor 5, z.B. eine PIN-Diode, elektrisch leitend befestigt ist, z.B. durch Kleben. Ein zweiter Kontakt erfolgt durch einen Bonddraht. Die lichtempfindliche Fläche 11 des Fotodetektors 5 ist der Oberfläche 10 zugewandt. Unterhalb der lichtempfindlichen Fläche 11 befindet sich ein durch das Trägerelement 1 hindurchgehender Durchbruch 9, z.B. eine Bohrung mit einem Durchmesser von ungefähr 200 µm. Dieser trifft auf eine grabenförmige Vertiefung 2, z.B. eine V-Nut mit einem Flankenwinkel von ungefähr 60° und einer Tiefe von unge-

fähr 150 μm . In dieser Vertiefung 2 ist einerseits ein Lichtwellenleiter 3 mit einem beispielhaften Durchmesser von ungefähr 120 μm befestigt, z.B. durch Kleben. In dem Lichtwellenleiter 3 ankommendes Licht wird über eine Linse 7, z.B. eine Stablinse, und ein Umlenkbauelement 4, z.B. eine Glasfaser mit einer geneigt angeschliffenen verspiegelten Fläche, auf die lichtempfindliche Fläche 11 geleitet. Zum Schutz der Anordnung ist es möglich, die Vertiefung 2 in dem metallischen Träger 8 anzubringen und den Lichtwellenleiter 3 sowie das Umlenkbauelement 4 darin zu justieren. Anschließend wird diese Anordnung mit einem vorgefertigten Trägerelement 1 und den darauf befindlichen und justierten Bauelementen zusammengefügt in der dargestellten Weise.

Fig. 2 zeigt einen Schnitt senkrecht zu demjenigen der Fig. 1. Es ist dieselbe Anordnung dargestellt. Diese Anordnung ermöglicht außerordentlich niedrige Streukapazitäten, z.B. 10 fF, und ist daher für Lichtwellenleitersysteme hoher Übertragungsraten geeignet.

Fig. 3 zeigt eine Aufsicht auf ein zweites Ausführungsbeispiel. Das Trägerelement 1 besteht dabei aus einkristallinem Halbleitermaterial, z.B. Silizium (Si) oder Gallium-Arsenid (GaAs), und besitzt eine Dicke von ungefähr 0,5 mm. In die Oberfläche 10 wird mit Hilfe eines selektiven Ätzverfahrens eine v-förmige Vertiefung 2 geätzt, die mit einer abgeschrägten Fläche 4 abgeschlossen ist. Die Vertiefung 2 besitzt bei dem Halbleitermaterial Silizium einen Flankenwinkel von 70° (Fig. 4) eine beispielhafte Breite von ungefähr 250 μm , eine Tiefe von ungefähr 150 μm und eine beispielhafte Länge von ungefähr 5 mm. Die Herstellung derartiger Vertiefungen in Halbleiterkristallen ist bekannt, z.B. aus der Druckschrift von D.B. Lee, Anisotropic Etching of Silicon, Applied Physics, 40, Seiten 4569 folgende (1969). In die Vertiefung 2 wird der Lichtwellenleiter 3 gelegt und befestigt, z.B. durch Kleben. Die Fläche 4 ist zur Erhöhung der Reflektivität verspiegelt, z.B. mit einer ungefähr 0,1 μm dicken Aluminiumschicht, und dient als Umlenkbauelement. Auf der Oberseite 19 des Trägerelements 1 ist der Fotodetektor 5 derart befestigt und kontaktiert, daß aus dem Lichtwellenleiter 3 austretendes und durch das Umlenkbauelement 4 umgelenktes Licht im wesentlichen verlustfrei auf die lichtempfindliche Fläche des Fotodetektors 5 fällt. Die Oberfläche des Trägerelementes 1 enthält in monolithisches und/oder hybrider Form weitere elektrische Bauelemente 6, z.B. Vorverstärker und/oder Auswerteschaltung für das von dem Fotodetektor 5 erzeugte elektrische Ausgangssignal. Die Fig. 4 und 5 zeigen einen Quer- bzw. Längsschnitt durch das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3.

Wenn das aus dem Lichtwellenleiter 3 austretende Licht eine große Winkeldivergenz besitzt, läßt sich eine verlustarme Kopplung des aus dem Lichtwellenleiter austretenden Lichts auf den Fotodetektor 5 durch eine dazwischen angebrachte Linse 7 (Fig. 1) erreichen. In Fig. 6 sind Ausführungsbeispiele dargestellt, die eine vorteilhafterweise anzuwendende Kollimierung des Lichts ermöglichen sowie die entstehenden Strahlengänge.

Fig. 6a zeigt einen Lichtwellenleiter mit einer im wesentlichen planen Endfläche und einer daran angesetzten Stablinse. Hierbei kann anstelle der dargestellten sphärischen Linse z.B. eine sogenannte Gradientenstablinse verwendet werden.

Fig. 6b zeigt einen Lichtwellenleiter mit einer im wesentlichen planen Endfläche und einer dahinter angeordneten Kugellinse, die vorteilhafterweise entspiegelt ist für das zu kollimierende Licht.

Fig. 6c zeigt einen Lichtwellenleiter, dessen Ende rundgeschmolzen ist, so daß eine abbildende Linse entsteht.

Fig. 6d zeigt einen Lichtwellenleiter, auf dessen im wesentlichen planer Endfläche eine Plankonvex-Linse aufgebracht ist, die z.B. aus einem durch UV-Licht härtbaren Kunststoff besteht.

Fig. 6e zeigt einen Lichtwellenleiter mit einem im wesentlichen planem Ende und einer dahinter angeordneten Halbkugel, deren plane Fläche gleichzeitig als Umlenkbauelement ausgebildet ist.

Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern sinngemäß auf weitere anwendbar. Beispielsweise ist es möglich, als Umlenkbauelement ein an den Lichtwellenleiter angesetztes Umlenkprisma zu verwenden. Weiterhin ist es möglich, den Fotodetektor als in das Halbleiter-Trägerelement integriertes Bauelement auszubilden und die v-förmige Vertiefung zumindest teilweise mit einem lichtleitenden Material, z.B. transparentem Kunststoff, auszufüllen. Es entsteht dann ein integrierter Lichtwellenleiter, welcher das Umlenkbauelement bildet und an welchen der ankommende Lichtwellenleiter 3 ankopplbar ist.

BEST AVAILABLE COPY

Nummer:

35 43 558

Int. Cl. 4:

G 02 B 8/42

Anmeldetag:

10. Dezember 1985

Offenlegungstag:

11. Juni 1987

1/3

3543558

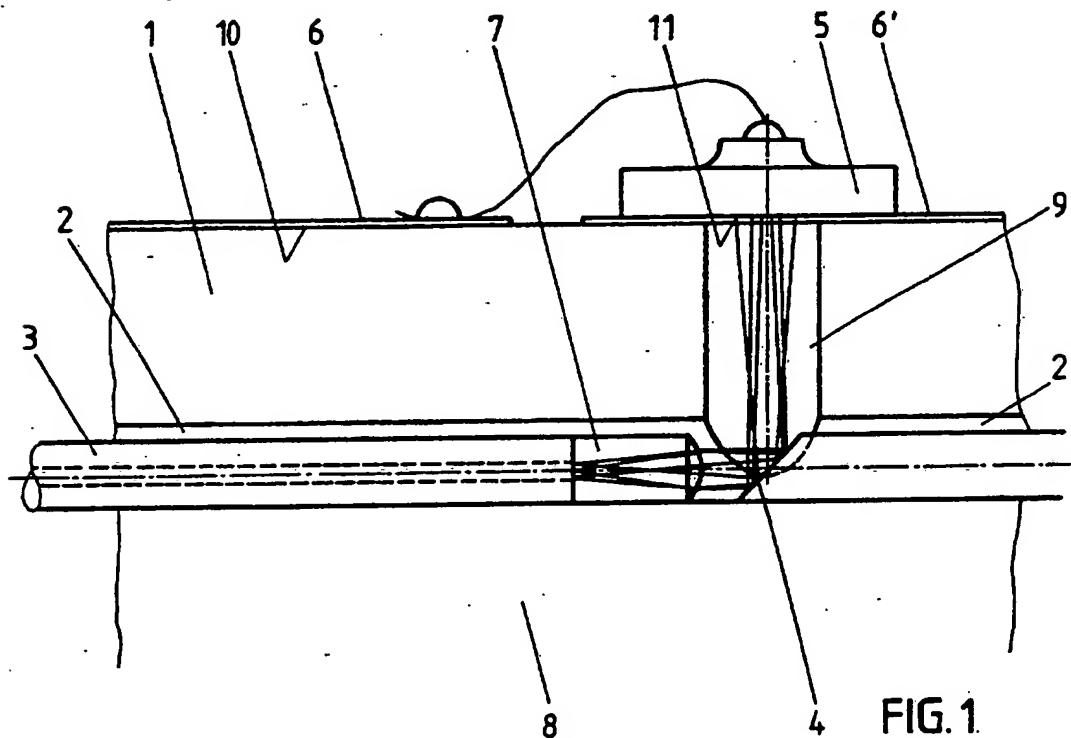


FIG. 1

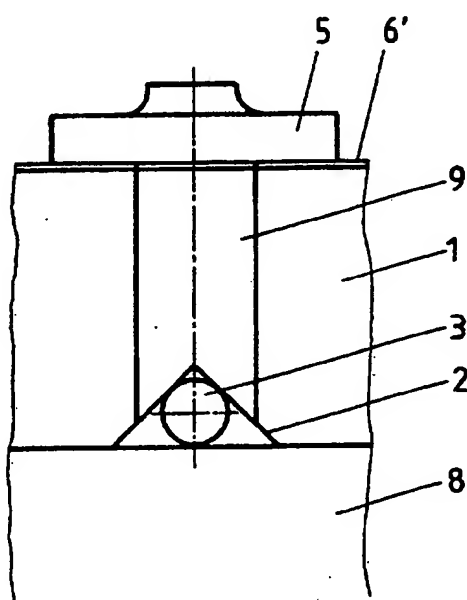


FIG. 2

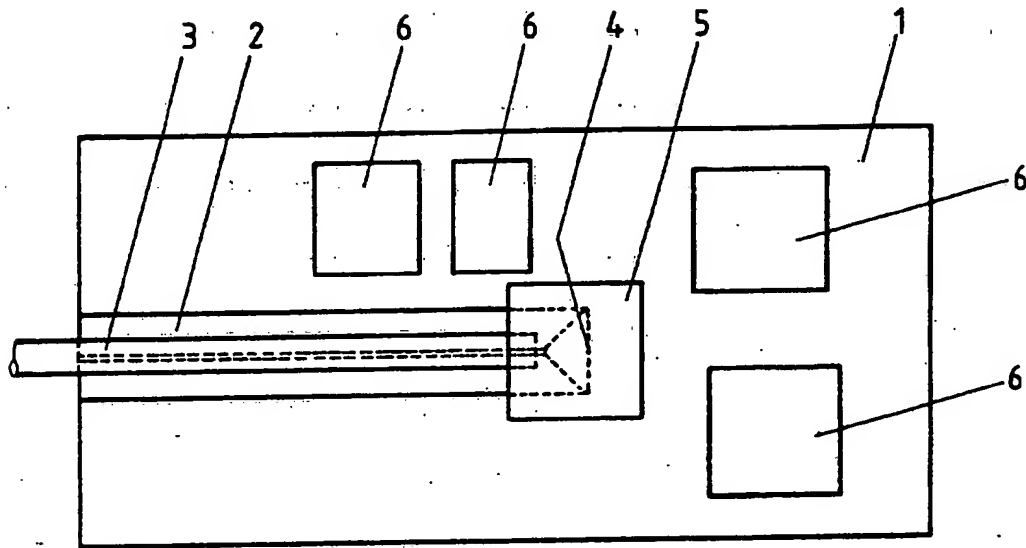


FIG. 3

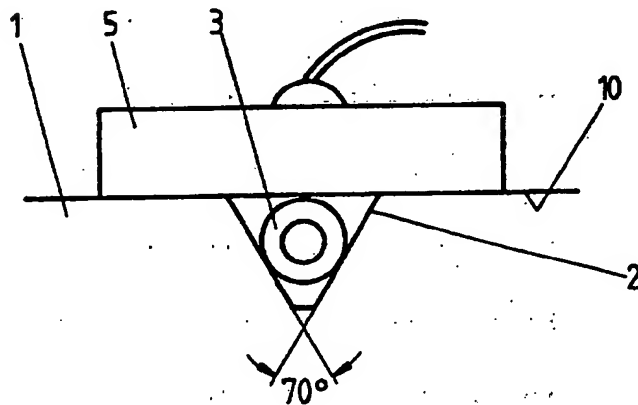


FIG. 4

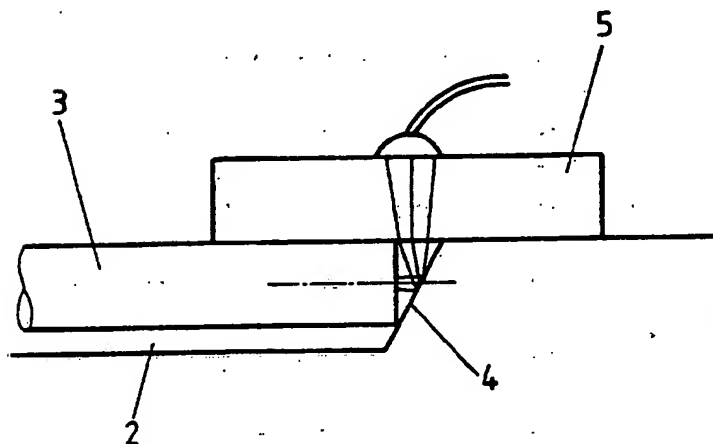


FIG. 5

ORIGINAL INSPECTED

UL 85/163

BEST AVAILABLE COPY

24-01-85

3/3

3543558

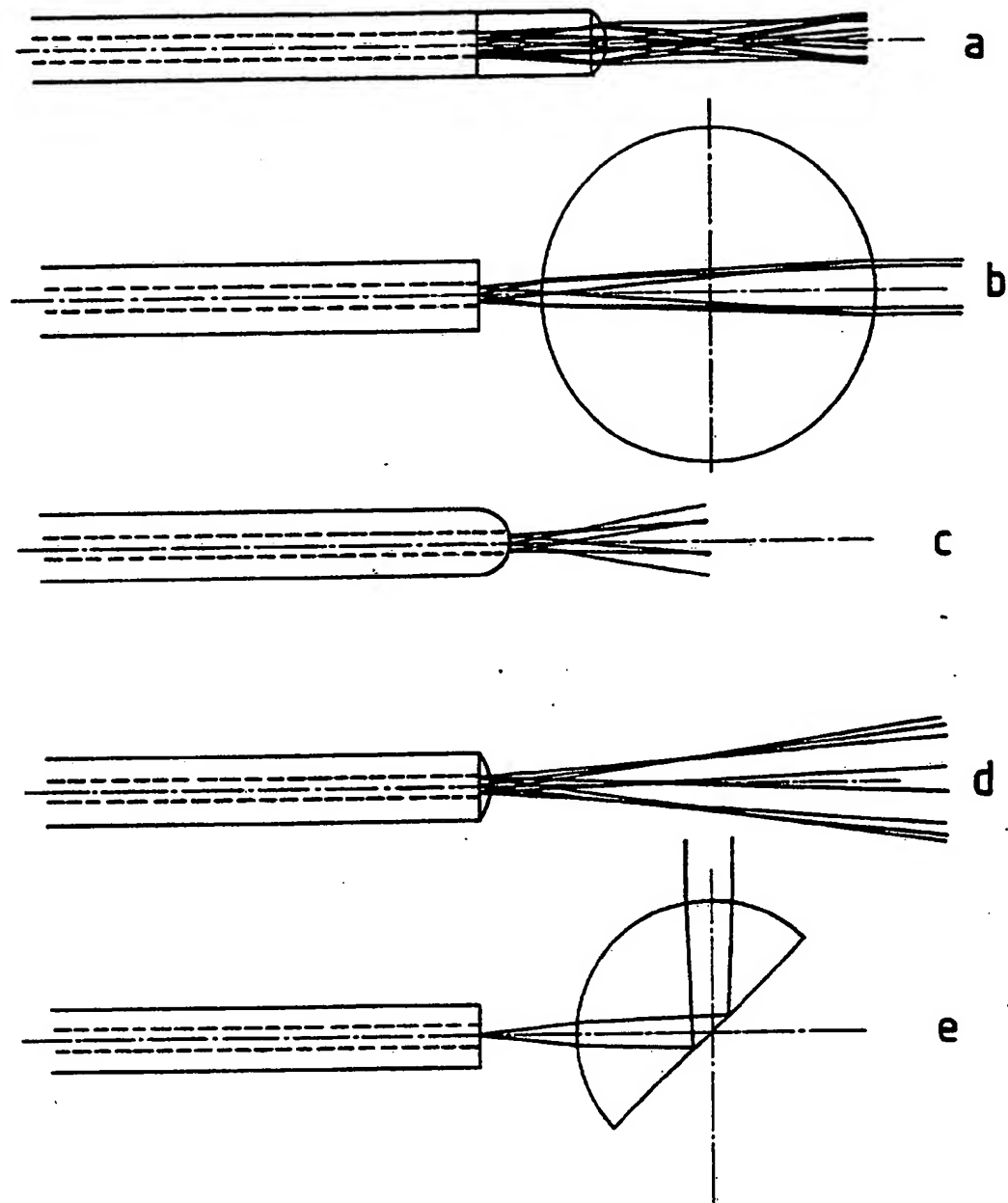


FIG. 6

ORIGINAL INSPECTED

UL 85/163